

# Sembradora Claydon Hybrid, una construcción robusta, de manejo sencillo y resultado fiable

P. Barreiro, B. Diezma, A. Moya,  
M. Garrido-Izard, y C. Valero.

LPF\_TAGRALIA, UPM, CEI-Moncloa.

En este artículo se presenta el resultado de una labor de siembra llevada a cabo con una recién llegada al campo español: una sembradora neumática en líneas a chorrillo de siembra directa, la Claydon Hybrid de 13 tubos de siembra distribuidos en dos barras transversales, cubriendo un ancho de 4 m. Trabajamos en la localidad de Escalona del Prado (Segovia), en una explotación agropecuaria en la que las condiciones de los suelos de cultivo son las de terrenos especialmente compactados por el tránsito del tractor con remolques y cubas de purines y el repetido paso del ganado. Una situación en la que las sembradoras Claydon se presentan como adecuadas al ser capaces de romper la compactación removiendo el terreno solo en la medida en que las semillas lo necesitan.



Claydon es una empresa familiar inglesa cuyo principal emblema es un sistema patentado en 2006 (US2006/0260523 A1) orientado a la siembra en laboreo de conservación. Esta marca es comercializada por Sanides S.L., una empresa segoviana dedicada a la sanidad vegetal y el desarrollo agrario. Sanides comienza en España de la mano de Monsanto dado que en los años 80 del siglo pasado no existía distribución en nuestro país de Round-up (glifosato). Una labor importante de Sanides ha sido la ampliación del uso de este herbicida a cultivos ex-

tensivos gestionados en una estrategia de agricultura de conservación. Si ya en 1984 comercializaban la primera sembradora de siembra directa de discos Moore, hoy tienen claro que la sembradora que hemos ensayado puede ser la solución a los problemas de implantación del cultivo que en ocasiones se detectan en un contexto de no laboreo. Esta apuesta es importante si tenemos en cuenta que la edad media del agricultor en Castilla y León ha ascendido mucho en estos 30 años, y cualquier análisis debe en última instancia ir acompañado de un análisis de costes fijos y variables.



## Características técnicas

La sembradora Claydon Hybrid (**figura 1**) consta de una primera fila de rejas frontales que remueven el terreno y abren un canal de drenaje bajo la zona de siembra, seguida por una segunda hilera de rejas tras las cuales se depositan las semillas. El primer grupo de púas rígidas se ajusta en profundidad de forma independiente para poder penetrar en suelos compactados. La profundidad a la que se ajusta la púa delantera depende de la profundidad necesaria para el crecimiento de la raíz en cada cultivo a sembrar y de las condiciones de la finca. Típicamente se montan cuchillas traseras de 18 cm de ancho, aunque también están disponibles hojas de 12 cm y 8 cm. En nuestra máquina se incorpora la reja de siembra de 18 cm con un elemento de salida de semillas doble (**figura 2**), que permite el establecimiento de surcos de 18 cm, dejando un espacio de aproximadamente 12 cm entre ellos.

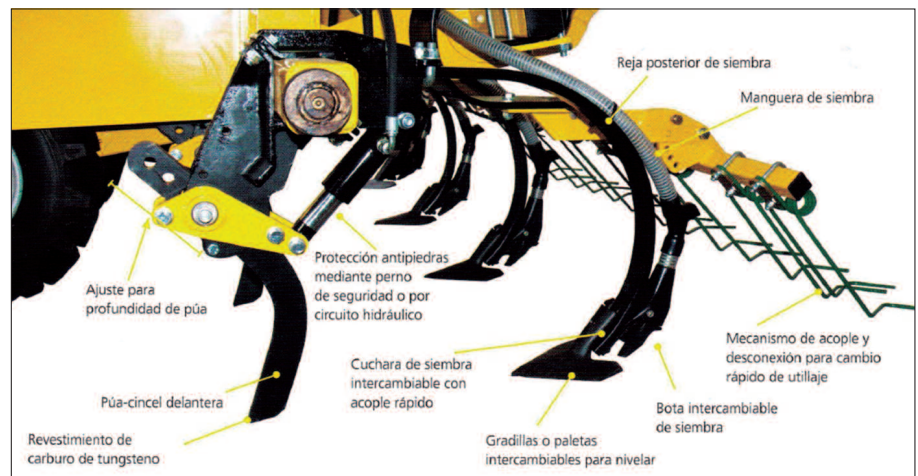
La barra posterior de aperos puede estar constituida por paletas (opción estándar para condiciones normales o secas) o rastrilla (para condiciones muy húmedas) o puede incorporarse doble barra posterior con dos rastrillas o con paletas y rastrilla, que es la opción que incorpora la máquina ensayada, que se recomienda para conseguir una perfecta cobertura de las semillas en condiciones normales o secas.

Las ruedas reguladoras de profundidad están montadas en el centro del conjunto para optimizar el seguimiento del perfil de la parcela, la profundidad y distribución en la siembra.

En las sembradoras se incorpora la unidad neumática de distribución de Kverneland Accord con dosificación de gestión electrónica con radar. Estas unidades están equipadas con el sistema de control RDS Artemis, que adecúa el caudal másico de semillas a la velocidad de avance para mantener la dosis de siembra prefijada; permite también la incorporación de sistemas GPS para la aplicación de dosis de siembra variables y el uso de dispositivos de autoguiado.

El dispositivo de distribución permite establecer distintos tipos de cultivo directamente en suelos de rastrojo, de mínimo laboreo o de laboreo en profundidad si la semilla se presta a un sembrado neumático y pasa bien por los tubos. Según la experiencia del fabricante se han establecido con éxito cultivos como trigo, cebada,

**FIGURA 1.** Esquema del tren de siembra de la sembradora Claydon Hybrid. (Fuente: catálogo de Claydon).

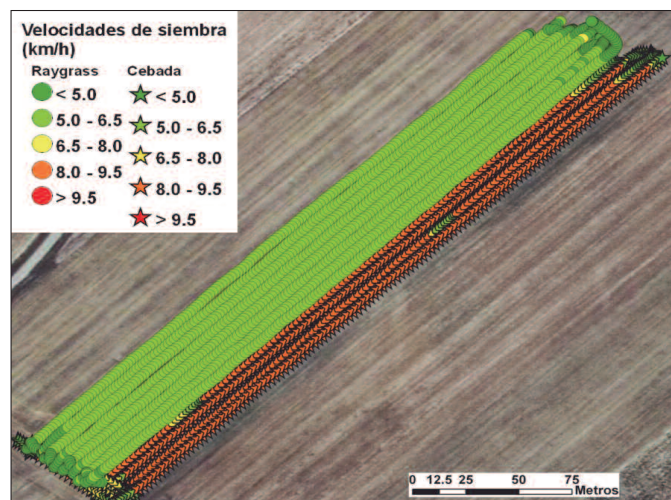


**FIGURA 2.** Esquema y foto de la reja de siembra y del elemento de salida montado en la sembradora Claydon Hybrid ensayada.

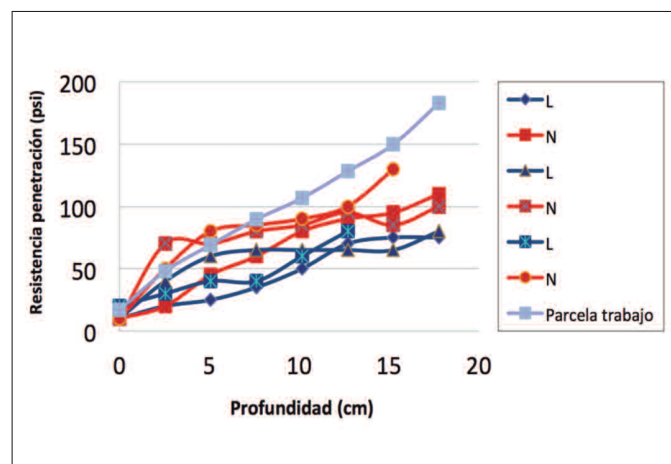




**FIGURA 3.** Posiciones y velocidades registradas durante la prueba de siembra de cebada y mezcla forrajera (identificadas como "Cebada" y "Raygrass" en la leyenda).



**FIGURA 4.** Variación de la resistencia a la penetración del suelo en profundidad para muestras realizadas en la línea (o banda) de cultivo (coincidente con la púa delantera) y el espacio entre las líneas (o bandas) de cultivo.



avena, colza, lino, trébol, maíz, guisantes, judías, habas, hierba y otras variedades de semilla pequeña.

Los ensayos con esta sembradora se llevaron a cabo con un tractor Massey Fergusson 7626 Dyna-6, de 347 CV de potencia máxima.

El **cuadro I** detalla las principales características técnicas de los distintos modelos de la sembradora Claydon Hybrid.

## Ensayos realizados

En esta ocasión, se ha procedido a los ensayos de siembra: uno con cebada y otro con mezcla forrajera. Es de destacar la profesionalidad de Alejandro Aguado que ha querido elegir no sólo el producto más estándar, la cebada, sino también un material de muy difícil manejo por su heterogeneidad (una mezcla de cinco especies, dos del género *Lolium* y tres del género *Trifolium*) y por su muy pequeño tamaño.

En el caso de la mezcla forrajera se realizó un pre-ajuste de la máquina (cuatro líneas) y tres regulaciones: dos en profundidad de siembra, y una adicional en profundidad de la reja delantera. En el caso de la

cebada se realizó el ensayo a una sola profundidad con dos niveles de profundización de la reja delantera. La **figura 3** presenta los datos de posicionamiento y velocidad registrados con el GPS.

## Condiciones del suelo y del rastrojo

La caracterización del suelo en la parcela de trabajo se realizó mediante ensayos de resistencia a la penetración (más de 20 re-

peticiones representativas de la parcela), cuantificación del rastrojo presente y registro de perfiles de temperaturas a distintas profundidades. En la **figura 4** se incluyen los valores medios de los ensayos de resistencia a la penetración en la parcela de trabajo antes de la labor de siembra. El peso medio de rastrojo en un metro cuadrado era de 440 g. Y el nivel medio de saturación del suelo era del 387%.

Para la determinación del perfil de temperatura del suelo se emplearon una serie de sensores Turbotag que fueron enterra-

### CUADRO I.

Principales características de los modelos de sembradora Claydon Hybrid. Se remarca el modelo de 4 metros, que es el ensayado en este trabajo.

Tipo de sembradora	3,0 m	4,0 m	4,8 m	6,0 m
Capacidad de trabajo diario	<20 ha	<35 ha	<40 ha	<50 ha
Potencia mínima necesaria	150 CV	200 CV	250 CV	300 CV
Anchura de transporte	3,0 m	2,9 m	2,9 m	3,0 m
Peso	1.330 kg	2.074 kg	2.216 kg	3.058 kg
Carriles de tráfico controlado	✓	✓	✓	✓
Luces	✓	✓	✓	✓
Marcadores	✓	✓	✓	✓
Protección antipiedras	Opcional (perno o hidráulico)	Opcional (perno o hidráulico)	Opcional (perno o hidráulico)	Opcional (perno o hidráulico)
Sensores alerta de obstrucción	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional

(Continúa en pág. 47)

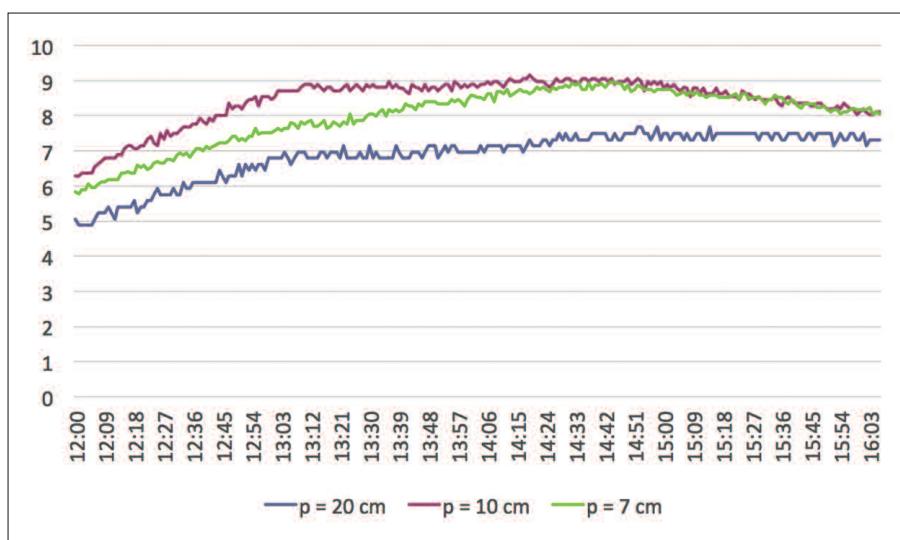
**publicidad**

## CUADRO II.

Temperaturas medias, mínimas y máximas del terreno a distintas profundidades durante la realización del ensayo.

Profundidad	7 cm	10 cm	20 cm
Periodo de tiempo	12:00-16:06	12:00-16:06	12:00-16:06
Temperatura media	8°C	8,4°C	6,9°C
Temperatura mínima	5,8°C	6,3°C	4,9°C
Temperatura máxima	9°C	9,2°C	7,7°C

**FIGURA 5.** Evolución de la temperatura del terreno a distintas profundidades durante la realización del ensayo



Carga de semillas en la sembradora.

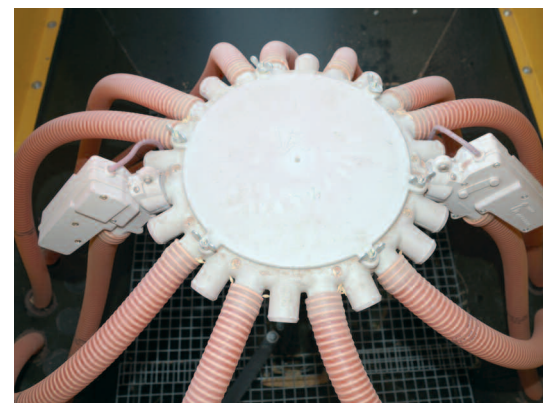
dos a tres profundidades en la parcela. El **cuadro II** refleja las temperaturas medias y extremas registradas por las tarjetas situadas a tres profundidades diferentes (7, 10 y 20 cm) a partir de cuatro horas de medida con una frecuencia de 1 minuto. Las tarjetas situadas a 20 cm de profundidad sí presentan consistentemente una menor temperatura y una mayor inercia que las situadas en capas más superficiales.

La **figura 5** muestra el perfil temporal de temperaturas en el suelo. La transmisión de calor debido al calentamiento de la superficie por el sol hace que a 20 cm la temperatura se mantenga casi 2°C por debajo de la capa situada a 7 o 10 cm. La temperatura registrada para las capas a 7 y 10 cm de profundidad presenta escasas diferencias durante el ensayo.

## Caracterización de la semilla

La cebada se ha caracterizado atendiendo al peso de 1.000 semillas (44,3 g) y a la densidad aparente 0,619 g/cm<sup>3</sup> + 0,008 (**cuadro III**), determinadas en laboratorio por métodos convencionales.

Por otra parte, la mezcla forrajera se ha tipificado en primer lugar atendiendo a su etiqueta (**figura 6**): *Lolium multiflorum* Montiblanco (20%), *Lolium boucheanum*



Detalle del distribuidor neumático de Accord con 13 tubos de siembra.



### CUADRO III.

#### Caracterización de la semilla de cebada empleada en el ensayo.

Peso 1.000 semillas (g)	Vol (cm <sup>3</sup> )	Peso (g)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )
44,43	159,1	97,02	0,610
	159,1	98,98	0,622
	159,1	99,33	0,624
		0,008	

### CUADRO IV.

#### Datos obtenidos en el procedimiento de calibración definido en el manual de la sembradora para la semilla de la mezcla forrajera empleada durante el ensayo.

Recogido (g)	Cubo (g)	Semilla (g)	Dosis seleccionada (kg/ha)	Semilla Teórica (g)	Error (%)
980	450	530			
880	450	430	180	454	-5,29

### CUADRO V.

#### Resumen de las medidas de profundidad de semilla realizadas para la mezcla forrajera (raygrass) y la cebada.

	Media (cm)	Desv. típica (cm)	N
Raygrass	2,95	0,42	11
	3,33	0,35	12
Cebada	6,35	1,55	10

Hybrix (20%), *Trifolium michelianum* balansa Paradana (30%), *Trifolium incarnatum* ConteA (25%) y *Trifolium resupinatum* Lightning (5%); pero también físicamente atendiendo al tamizado (>2,38 mm, <2,38 y >1,5 mm, <1,5 mm y baja densidad, y <1,5 mm y alta densidad), y según su color y forma: pildorado rojo (*Trifolium incarna-*

*tum*), pildorado amarillo (*Trifolium resupinatum*), forma alargada (género *Lolium*, 40%) y forma redondeada sin pildorar (*Trifolium michelianum*).

## Calibración

El procedimiento de calibración es muy sencillo y está resumido en forma de tabla en el manual de la sembradora, comparando los valores típicos en semillas pequeñas (tipo colza) y semillas grandes (como los cereales). Destaca que el acceso a la zona de descarga es completamente seguro. En general suelen realizarse entre cinco y seis calibraciones por campaña, y al menos siempre que haya un cambio de semilla.

Los pasos a seguir son los siguientes:  
1) Presionar el botón de comienzo de calibración automática.

2) Recoger en un cubo las semillas liberadas por el motor de dosificación.

3) Presionar de nuevo el botón de calibración.

4) Introducir el peso de las semillas recogidas (detrayendo el peso del cubo).

5) Introducir en el monitor la dosis deseada.

6) Volver a recoger semilla activando y desactivando el botón de calibrado.

7) El monitor indicará la cantidad que se debería haber recogido.

8) Si la diferencia es inferior al 5% se considera terminado el proceso de ajuste.

9) Seleccionar adecuadamente el régimen de la turbina (3.500 rev min<sup>-1</sup> en semillas pequeñas y 4.300 rev min<sup>-1</sup> en semillas grandes).

En el **cuadro IV** se muestran los valores obtenidos durante el ensayo.

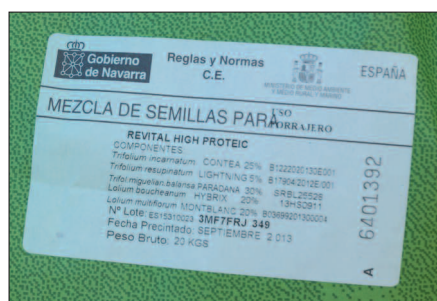
## Profundidad de siembra

Los valores de profundidad de siembra se determinaron sobre el terreno. El efecto de la regulación de profundidad en mezcla forrajera fue significativo aumentando de 2,95 a 3,33 cm, muy inferior como es natural a la profundidad de siembra programada en la cebada, evaluada en campo en 6,35 cm (**cuadro V**).

Como ya se ha indicado, la sembradora consta por línea de una púa delantera y un brazo de siembra (con remate tipo cola de golondrina), y ambos pueden ser regulados en profundidad de manera independiente. La primera va a determinar el volumen de suelo removido y por tanto accesible al desarrollo radicular, y el segundo determina la profundidad efectiva de siembra y su distribución en franjas, dado el diseño del canal de salida de las semillas.

La **figura 4** muestra los valores de resistencia a la penetración del suelo en un sembrado anexo de veza, trabajado con

**FIGURA 6.** Etiqueta de composición de la mezcla forrajera ensayada.



## CUADRO VI.

Valores de velocidades, capacidades de trabajo y consumos registrados para las diferentes pasadas sembrando mezcla forrajera o cebada.

		Distancia (m)	Tiempo (s)	Vel. Real (km/h)	Anchura útil (m)	St (ha/h)	Consumo (l/h)	Consumo (l/ha)
Mezcla forrajera	Ajuste	150	109	4,95	4,00	1,98	11,28	5,69
	Ajuste	150	103	5,24	4,00	2,10	12,88	6,14
	Profundidad siembra 1	150	121,61	4,44	4,00	1,78	11,44	6,44
	Profundidad siembra 1	150	121,78	4,43	4,00	1,77	13,08	7,38
	Profundidad siembra 2	150	120,75	4,47	4,00	1,79	11,46	6,40
	Profundidad siembra 2	150	119,98	4,50	4,00	1,80	12,88	7,15
	Profundidad reja 2	150	123,03	4,39	4,00	1,76	16,56	9,43
	Profundidad reja 2	150	121,91	4,43	4,00	1,77	19,74	11,14
Cebada	Profundidad siembra 1	100	37,65	9,56	4,00	3,82	15,50	4,05
	Profundidad siembra 1	100	35,97	10,01	4,00	4,00	-	-
	Profundidad reja 2	60	23,69	9,12	4,00	3,65	14,90	4,09
	Profundidad reja 2	60	23,3	9,27	4,00	3,71	19,77	5,33

las misma máquina, y en ella puede observarse el efecto de la púa previa al brazo de siembra, dado que en la línea de siembra la compactación en profundidad (azul) es siempre inferior (un 60%) a la observada entre líneas (rojo),



Determinación de la temperatura en distintos puntos del perfil de suelo mediante termómetro infrarrojo.

## Capacidades de trabajo y consumo

El **cuadro VI** resume los resultados de capacidad de trabajo y consumo en los ensayos de siembra con mezcla forrajera y cebada. La velocidad recomendada en cebada duplica la establecida en pratenses (9,0 y 4,5 km/h de velocidad real) y esto permite alcanzar una capacidad de trabajo

teórica media de 3,8 ha/h, mientras que para la mezcla forrajera el valor medio es de 1,8 ha/h (la mitad).

Comprobamos que el consumo se ve afectado muy significativamente por la posición de la reja delantera. Así, en el caso de la mezcla forrajera se produce un incremento de 6,5 a 10,3 l/ha al aumentar en 1 cm su profundidad. El valor medio de consumo en cebada disminuye a 4,5 l/ha debido a la mayor velocidad de trabajo. Es interesante comprobar que la mayor velocidad de la turbina en cebada (4.300 rev min<sup>-1</sup> respecto a 3.500 rev min<sup>-1</sup>) no ha penalizado el consumo. Los valores de consumo que se indican son congruentes con los registrados en el cuaderno de explotación: 2.194 l en 298,9 ha, es decir 7,34 l/ha incluyendo virajes.

## Velocidad del aire en el circuito neumático

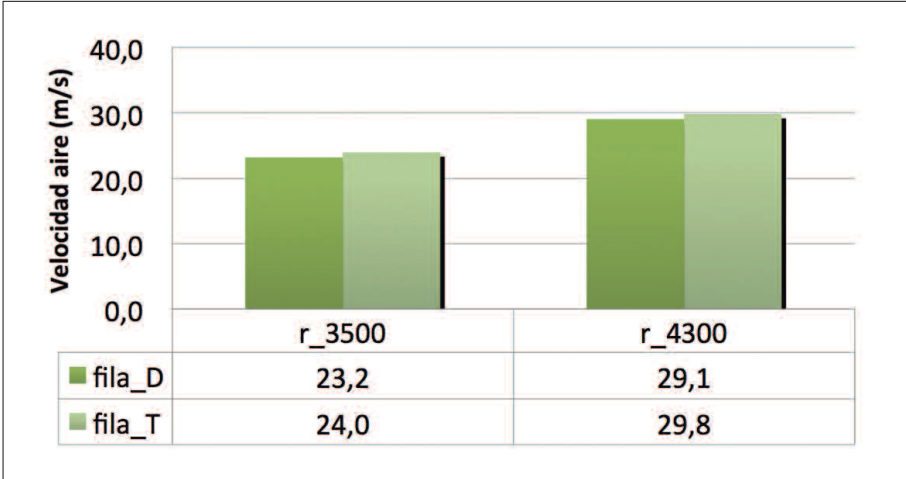
La **figura 7** resume los valores medios de velocidades de aire al final de los tubos que conducen la semilla desde la tolva hasta los elementos de siembra, para los dos



Ajuste del distribuidor a las características de la semilla empleada.



**FIGURA 7.** Velocidades medias del aire para los elementos situados en las filas delanteras y traseras a los dos regímenes de turbina seleccionados (3.500 y 4.300 rev min<sup>-1</sup>).



**CUADRO VII.**

Peso de semillas obtenido en distintos elementos de siembra situados en la trasera (T) y delantera (D) de la sembradora durante los ensayos preliminares.

	T1	T6	D4	D5	media	std	CV
Cebada	572,0	599,5	577,2	594,5	585,8	13,3	2,3
Raygrass	276,4	228,2	326,6	362,5	298,4	58,6	19,6

regímenes de la turbina (3.500 rev min<sup>-1</sup> y 4.300 rev min<sup>-1</sup>), así como para las filas delanteras (D) y traseras (T). Ambos factores resultaron significativos al 1% según análisis de varianza (F=564 y F=9,06 respectivamente), siendo el régimen el más importante de los dos como sería esperable. Es importante destacar que las diferencias entre filas se magnifican para regímenes de turbina bajos (23,2 y 24,0 m/s respectivamente), diferencia mucho más atenuada para el régimen alto (29,1 y 29,8 m/s respectivamente). La pregunta que surge inmediatamente es si este efecto será apreciable en la distribución de semillas, aspecto que estudiaremos posteriormente.

El **cuadro VII** muestra los resultados de un ensayo de recogida de semilla en dos elementos de siembra delanteros y dos traseros para las distintas condiciones de semillas ensayadas, siendo estos elementos

representativos del resto. En ella se aprecia que el coeficiente de variación en cebada (4.300 rev min<sup>-1</sup>) es un 2,3%, muy satisfactorio atendiendo a los estándares (debe ser

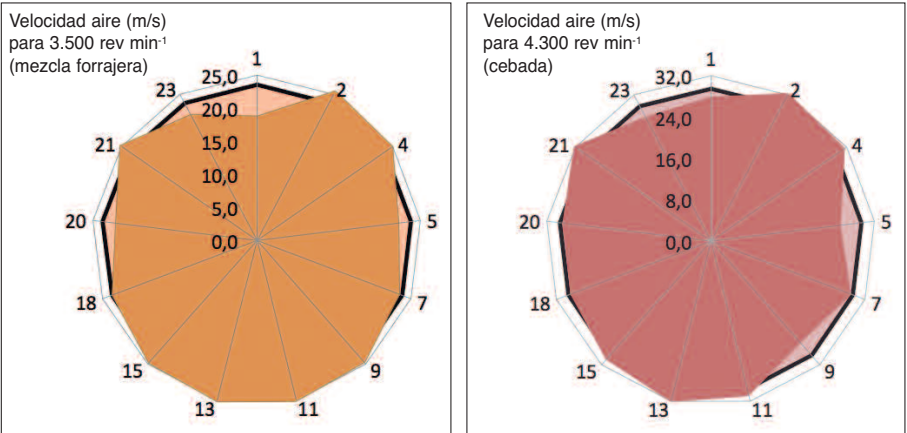
inferior al 5%). Sin embargo en el caso de la mezcla forrajera (semilla pequeña, 3.500 rev min<sup>-1</sup>) registramos un coeficiente del 19,6% debido fundamentalmente a las diferencias entre filas delanteras y traseras. Sin embargo esta variación no se justifica con los valores absolutos de velocidades de aire observadas, mayores en los elementos traseros en los que se recogió menor cantidad de semilla. Quizás estudios más profundos para analizar el comportamiento aerodinámico de las semillas en los tubos explicarían estas diferencias.

La **figura 8** muestra la distribución de la velocidad del aire al final de los distintos tubos según su posición en el distribuidor. Destaca una aceptable uniformidad (cv=8,7% para 3.500 rev min<sup>-1</sup> y cv=8,0% para 4.300 rev min<sup>-1</sup>) con leves disminuciones de velocidad en los tubos 1, 5, 20 y 23, todos ellos correspondientes a la fila delantera.

### Uniformidad transversal

La **figura 9** muestra la uniformidad transversal en cantidad de semilla recogida en el ensayo dinámico con cebada. Hay que destacar una elevada uniformidad (cv=4,7%). Es importante destacar que un error en la selección del régimen de la tur-

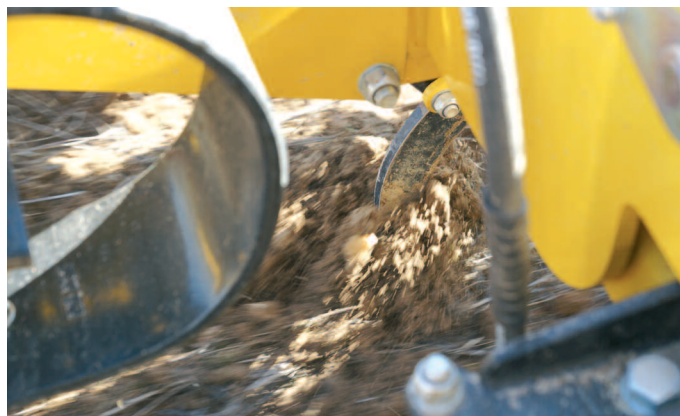
**FIGURA 8.** Representación de las velocidades de aire registradas al final de los tubos según su posición en el distribuidor situado en la tolva.







Monitor de la sembradora.



Púa anterior durante la labor de siembra.



Medición de la velocidad de salida del aire en todos los tubos de la sembradora mediante anemómetro Pitot.



Recogida de semillas mediante el uso de bolsas microperforadas, a la salida de los tubos.

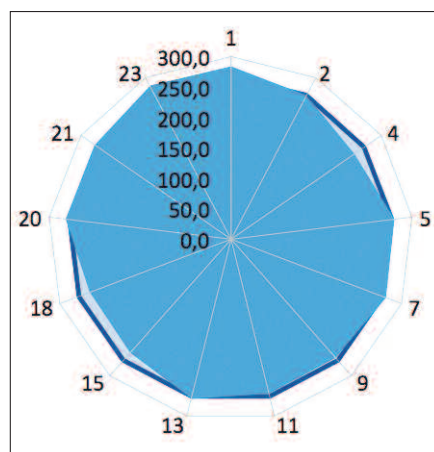
bina, típicamente originado al cambiar de semilla pequeña a grande sin seguir a pies juntillas el manual de calibración, puede hacer que este valor se multiplique por 15.

Tal y como se esperaba, en la mezcla forrajera para el ensayo dinámico completo se obtuvo más semilla en la fila delantera que en la fila trasera de elementos de siembra, aunque la diferencia del 7,8% es muy inferior a la obtenida en el caso de elegir los elementos de siembra más extremos (T1, T6 versus D4, D5): 18,4%, siempre referido al ensayo dinámico completo.

## Composición de la mezcla de semilla

La **figura 10** muestra una composición de imágenes de semillas correspondientes

**FIGURA 9.** Representación de las cantidades de semilla recogidas en los distintos elementos de siembra según su posición correspondiente en el distribuidor situado en la tolva.



al ensayo de recogida de semillas de mezcla forrajera en cuatro elementos de siembra: T1, T6, D4, D5. Las columnas se corresponden con las cuatro fracciones de tamizado (>2,38 mm, <2,38 mm y >1,5 mm, <1,5 mm y baja densidad, y <1,5 mm y alta densidad). A simple vista se reconocen las semillas de pildorado rojo (*Trifolium incarnatum*), pildorado amarillo (*Trifolium resupinatum*), las dos especies de forma alargada (género *Lolium*, 40%), y la especie de forma redondeada sin pildorar (*Trifolium michelianum*). La **figura 11** recoge los porcentajes en peso en cada fracción.

Para identificar los distintos tipos de semillas, se ha procedido a un análisis de las imágenes de las cuatro fracciones tamizadas en cada muestra (T1, T6, D4, D5), seleccionando manualmente una



**FIGURA 10.** Fotografías de la mezcla de semillas recogidas en los tubos T1, T6, D4 y D5 (en fila) tras tamizarlos con diferentes cedazos (en columna) y detalle del proceso de identificación de semillas *Trifolium resupinatum* (pildorado amarillo) en el análisis de imagen.



base de datos de calibración de 960 puntos, promediados de 10 en 10. **La figura 12** muestra las diferencias en los canales rojo (R) y verde (G) para los cuatro tipos de semillas en los valores promediados de la base de calibración. Basados en este plano se definieron tres funciones discriminantes que permiten diferenciar los cuatro tipos de semillas.

La **figura 13** muestra la distribución de semillas en cuatro de los tubos de salida (dos delanteros y dos traseros) calculada a partir del análisis de imagen (área de cada tipo de semilla en cada fracción pon-

derada por el área de cada fracción respecto al total de su muestra). Se aprecia una gran uniformidad de composición de la mezcla forrajera en los distintos elementos de siembra. Aspecto importante dado que las diferencias aerodinámicas y de densidad de las semillas podrían haber augurado una distribución menos uniforme. También es importante indicar que esta composición es casi idéntica a la registrada en la tolva.

Puede resultar extraño que la composición en porcentaje según el análisis de imagen: 11% pildorado rojo, 3,5% pildora-

do amarillo, 22,8% en *Trifolium* no pildorado y 62,8% en *Lolium*, no coincida con la indicación de la mezcla (25% pildorado en rojo, 5% pildorado amarillo, 30% no pildorado y 40% en *Lolium*), pero es que la densidad aparente de estas semillas es muy distinta y concretamente el *Lolium* de forma alargada ocupa mucho en relación a su peso (baja densidad).

El valor del análisis de imagen radica en demostrar la homogeneidad de las fracciones en los distintos elementos de siembra independientemente del valor absoluto.

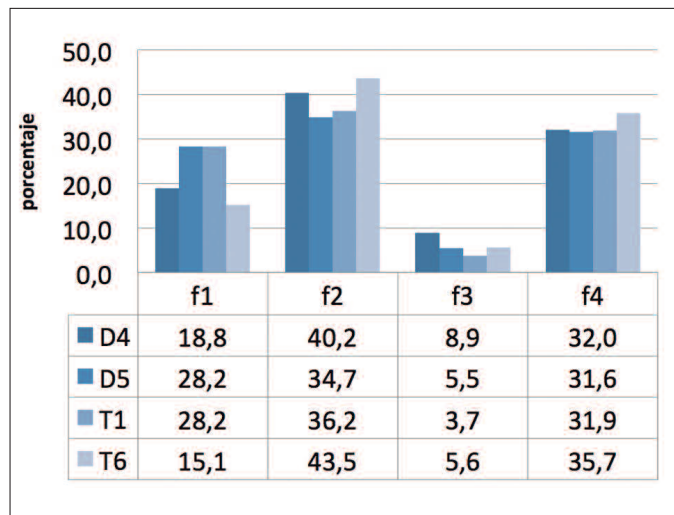


Verificación del ancho y profundidad de distribución de las semillas.

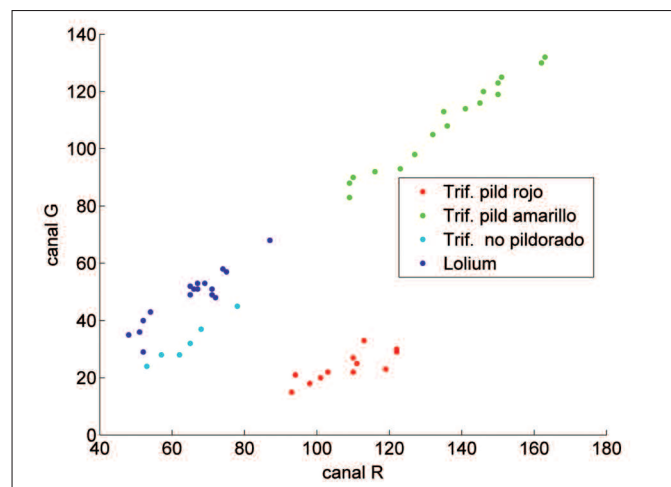


Perfil de laboreo dejado por la sembradora.

**FIGURA 11.** Fracciones resultantes del tamizado de la mezcla forrajera recogida en cuatro tubos de siembra.



**FIGURA 12.** Resultados de la identificación de semillas de la mezcla mediante análisis de los canales rojo y verde sobre las fotografías.



## Calentamiento del aceite del hidráulico

Hemos querido además evaluar el efecto del calentamiento del aceite del circuito hidráulico debido al accionamiento de la

turbina. La **figura 14** muestra los resultados del registro de temperatura. En ella se observa que durante el trabajo con cebada el aceite alcanza valores superiores de temperatura como corresponde a un mayor régimen de la turbina (4.300 rev min<sup>-1</sup>), a los obtenidos en el trabajo con

mezcla forrajera en el que el régimen de la turbina se situó en 3.500 rev min<sup>-1</sup>. También es importante indicar que los acoples del hidráulico del diseño original habían sido sustituidos por otros de menor tamaño, estándares al uso en España. Este hecho puede haber provocado un mayor incremento de temperatura del diseñado originalmente, aunque en ningún momento ha supuesto un trastorno en el uso del equipo.



Desarrollo radicular y nodulación de una planta de veza sembrada con la sembradora Claydon Hybrid con anterioridad al ensayo.

## Ensayo de transporte

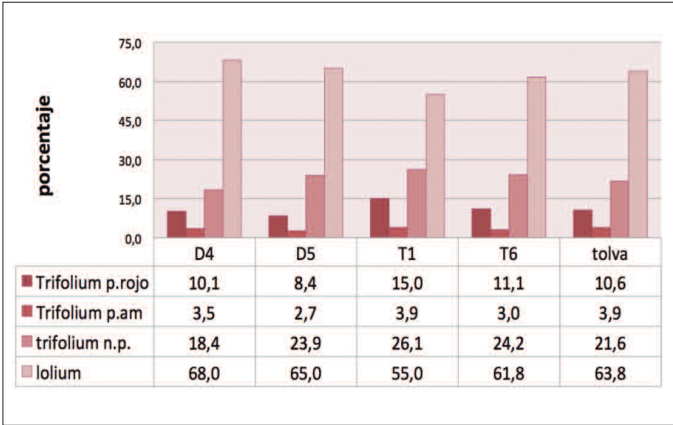
El transporte tuvo como único objeto determinar el tránsito de la sembradora por 6,9 km de caminos rurales. De acuerdo con el GPS, la velocidad máxima fue de 40,4 km/h, con una velocidad media de 21,9 km/h. Además el 40% del tiempo de transporte se produjo a una velocidad superior a 25 km/h (**figura 15**).

## A modo de conclusión

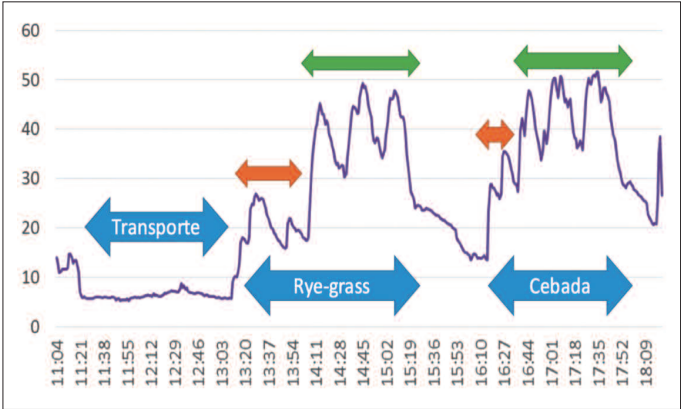
Esta es una sembradora robusta, que recibe un muy acertado nombre de híbrida pues se sitúa entre el chisel y la siembra



**FIGURA 13.** Composición de semillas resultante en cuatro tubos de salida, y en la tolva.



**FIGURA 14.** Evolución de la temperatura registrada en la superficie del distribuidor de aceite hidráulico de la sembradora.



directa debido a la doble hilera de rejas.  
El sistema de deposición de la semilla con doble salida lateral garantiza una franja de siembra uniforme, y el perfil del suelo (según hemos comprobado con

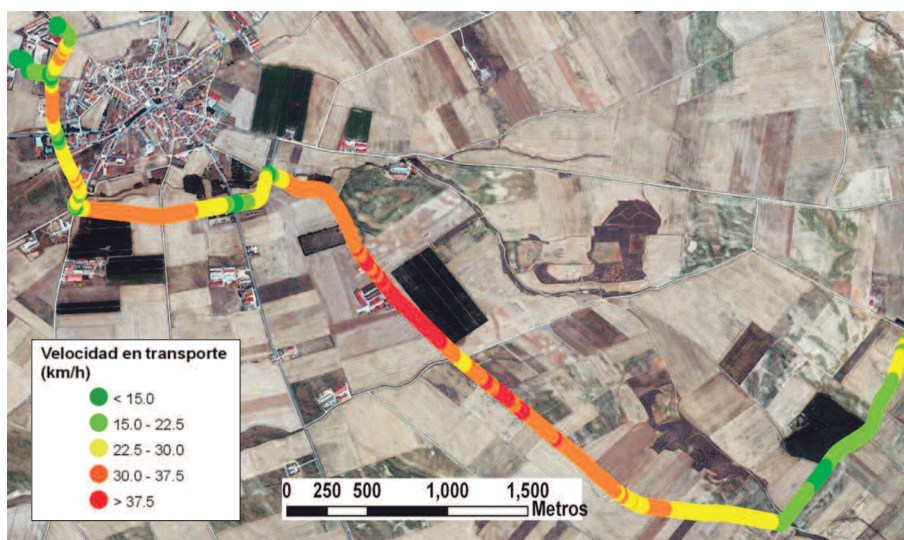
análisis de resistencia a la penetración) es idóneo para un desarrollo radicular intenso y uniforme hasta 20 cm de profundidad (la resistencia se reduce en un 40%).  
La posibilidad de gestionar de manera

independiente la reja de laboreo y la de siembra permiten una adaptación específica para cada cultivo minimizando el consumo, cuyo valor esperable es inferior a 7 l/ha incluyendo virajes, trabajando con co-



Vista del desarrollo del cultivo de cebada y de forraje (ray-grass y trébol) sembrado con la sembradora Claydon Hybrid.

**FIGURA 15.** Recorrido y velocidades de transporte de la sembradora por caminos rurales, según fue registrado mediante dGPS.



modidad a velocidades de 8,5 km/h.

Hemos constatado una elevada homogeneidad en la distribución transversal de las semillas, con un coeficiente de variación del 2,3% para cebada. En este ensayo se ha valorado además el uso de mezclas forrajeras, uno de los ensayos más difíciles al emplear hasta 5 semillas diferentes de muy distinta densidad aparente. Hay que agradecer a Sanides el interés en los ensayos realizados al poner al

límite las condiciones de trabajo.

En este sentido, y en mezclas forrajeras la uniformidad transversal se diluye, debido fundamentalmente a que el cambio de régimen de la turbina (de 4.300 a 3.500 rev min<sup>-1</sup>) magnifica las ligeras diferencias de velocidad del aire detectada entre los elementos de siembra delanteros y traseros. Aun así, nos hemos planteado el reto de emplear el análisis de imagen para cuantificar la cantidad de cada

tipo de semilla que cae por los diferentes elementos de siembra y hemos comprobado tanto visual como cuantitativamente que no hay diferencias significativas. Es decir, por todos los elementos salen todos los tipos de semilla y en proporciones similares entre ellos, y lo que es más importante sin diferencias respecto a la composición de la tolva. Todo aquél que haya trabajado alguna vez con mezclas (por ejemplo con abonos tipo blend) sabe lo complicado que es que todos los materiales se distribuyan por igual, y eso es lo que hemos verificado con esta sembradora.

El manejo y mantenimiento de los equipos es importante. En este sentido hemos comprobado que los dueños de la máquina habían sustituido los acoples rápidos del hidráulico para adaptarlos a los de su tractor. Este hecho aparentemente intrascendente tiene un impacto sobre el calentamiento del aceite al reducir la sección de paso, calentamiento notable y verificado mediante sistemas de registro de temperatura en la superficie del distribuidor de aceite hidráulico de la sembradora.

La sensación global es de una máquina pensada para trabajar miles de hectáreas con un mantenimiento mínimo, y cuyo mayor valor es la calidad de su labor y el perfil del enraizado. ■